

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

46
11-29-02

JC973 U.S. PTO
10/2005867
07/24/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 7月25日

出願番号

Application Number:

特願2001-224769

[ST.10/C]:

[JP2001-224769]

出願人

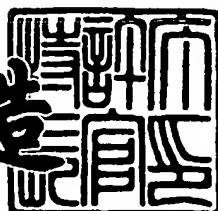
Applicant(s):

ローム株式会社

2002年 5月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3037594

【書類名】 特許願
【整理番号】 P-38246
【提出日】 平成13年 7月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/90
【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内
【氏名】 仲谷 善郎
【特許出願人】
【識別番号】 000116024
【氏名又は名称】 ローム株式会社
【代理人】
【識別番号】 100105647
【弁理士】
【氏名又は名称】 小栗 昌平
【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
【識別番号】 100105474
【弁理士】
【氏名又は名称】 本多 弘徳
【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
【識別番号】 100108589
【弁理士】
【氏名又は名称】 市川 利光
【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9901047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の素子領域の形成された半導体基板と、

前記半導体基板表面、あるいは前記半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするように形成された電極パッドと、

前記電極パッド表面に中間層を介して形成されたボンディングパッドとを含み

前記ボンディングパッドと前記中間層との界面が側壁に露呈しないように、前記ボンディングパッドの周縁を覆う樹脂絶縁膜とを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記樹脂絶縁膜はポリイミド樹脂膜であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記樹脂絶縁膜は、前記ボンディングパッドおよび前記中間層の端縁を覆うように形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記中間層はチタンタングステン(TiW)層を含むことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項5】 前記ボンディングパッドは、金からなることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項6】 前記電極パッドは、アルミニウムを含む金属膜からなることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項7】 前記電極パッドは、銅薄膜であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項8】 所望の素子領域の形成された半導体基板と、

前記半導体基板表面、あるいは前記半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするように形成された第1の電極パッドと、

前記第1の電極パッド表面に形成されたボンディングパッドと、

前記半導体基板上に形成された第2の電極パッド表面に中間層を介して形成さ

れたバンプとを含み、

前記ボンディングパッドと前記第1の電極パッドとの界面が側壁に露呈しない
ように、前記ボンディングパッドの周縁を覆うとともに、

前記バンプの側面に露呈する、前記バンプと前記中間層との界面を覆うように
、少なくとも前記バンプの周辺部および前記ボンディングパッドの周辺部に形成
された樹脂絶縁膜とを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項9】 所望の素子領域の形成された半導体基板表面、あるいは前記
半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするように電極パッドを形成す
る工程と、

前記電極パッド表面に中間層を形成する工程と、

前記中間層表面にボンディングパッドとなるパッド層を形成し、これら中間層
およびパッド層をパターニングする工程と、

前記ボンディングパッドと前記中間層のパターンの端縁を覆うように、樹脂絶
縁膜を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項10】 前記樹脂絶縁膜を形成する工程は、ポリイミド樹脂膜を塗
布する工程を含むことを特徴とする請求項9に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項11】 前記中間層の形成工程は、スパッタリング法によりチタン
タンクスチタン（TiW）層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項9乃至
10のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項12】 前記パッド層を形成する工程は金層をスパッタリングによ
り形成する工程を含むことを特徴とする請求項11に記載の半導体装置の製造方
法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関し、特に、ボンディングパッド
周辺のパッシバーションに関する。

【0002】

【従来の技術】

VLSI（超大規模集積回路）等の半導体装置を製造する際に、ボンディングパッド周辺および電極パッド上に形成されるバンプ周辺のパッシベーション構造は極めて重要であり、信頼性を維持しつつ生産性の向上を図るために種々の努力がなされている。

【0003】

近年、ポリイミド樹脂をパッシベーション膜に用いた構造が、種々提案されている。その一例として、図21に示すように、半導体基板1表面、あるいは前記半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするように形成されたアルミニウム層からなる電極パッド2と、この上層を覆う窒化シリコン膜3に形成されたコンタクトホールH内に中間層4としてのTiW層を介して金のボンディングパッド5を形成したものがある。この金のボンディングパッド5の周りには、パッシベーション膜としてのポリイミド樹脂膜7が形成されている。

【0004】

ところで、この構造は以下に示すような製造工程を経て形成される。

【0005】

まず、素子領域の形成されたシリコン基板1表面に配線層（図示せず）および層間絶縁膜（図示せず）を形成し、フォトリソグラフィにより、スルーホール（図示せず）を形成する。この後、アルミニウム層を蒸着し、フォトリソグラフィにより、配線（図示せず）および電極パッド2をパターニングする。そしてこの上層に窒化シリコン膜3を形成し、フォトリソグラフィにより、パターニングし、電極パッド2の周縁は窒化シリコン膜で覆われるように電極パッド2の中央部にコンタクトホールを形成する。（図22）

【0006】

この後、図23に示すように、パッシベーション膜としてのポリイミド樹脂膜7を形成し、これをパターニングすることにより、図24に示すように、電極パッド2を露呈せしめる。

【0007】

そしてアルミニウム層が表面に露呈していると腐蝕しやすいため、図25に示すように、この上層にスパッタリング法によりバリア層となるチタンタングステ

ンTiW膜を中間層4として形成した後、ボンディングパッドとなる金層5を形成する。

【0008】

この後、図26に示すように、フォトリソグラフィにより、この金層5および中間層4をパターニングする。

従って、パッド層5の端縁とポリイミド樹脂膜7の端縁とが一致するのが望ましいが、マスク精度を考慮すると、一致させるのは難しいという問題がある。一方、パッシベーション膜7上に金層5および中間層4がのりあげるとショートなどの問題が生じ易いという問題がある。このため、フォトリソグラフィの精度を考慮して、パターニングがなされる。

【0009】

このため、パッシベーション膜を構成するポリイミド樹脂膜とパッド層5との間に隙間が生じることになり、酸化され易いTiWが露呈することになり、腐蝕が生じ易く、パッシベーション効果を良好に発揮し得ず、信頼性が低下するという問題がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来のパッド構造では、パッシベーション膜とボンディングパッド層との間の隙間から、水分などが侵入し、アルミニウムなどの電極パッドに腐蝕が生じ易く、信頼性を維持するのが困難であるという問題があった。

【0011】

この発明は、前記実情に鑑みてなされたもので、水分に対する耐性が高く信頼性の高いパッシベーション構造をもつボンディングパッドを有する半導体装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1では、所望の素子領域の形成された半導体基板と、前記半導体基板表面、あるいは前記半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするようになされた電極パッドと、前記電極パッド表面に中間層を介して形成されたボ

ンディングパッドとを含み、前記ボンディングパッドと前記中間層との界面が側壁に露呈しないように、前記ボンディングパッドの周縁を覆う樹脂絶縁膜とを含むことを特徴とする。

【0013】

かかる構成によれば、樹脂絶縁膜が、前記ボンディングパッドの周縁を覆うように、形成されているため、下地の電極パッドや中間層が露呈することなく、樹脂絶縁膜で被覆されており信頼性の向上を図ることが可能となる。

なおここで中間層とはTiWのようなバリアメタル層あるいは密着性層あるいは、めっきの下地を構成する下地層等を含むものとする。そしてこれらが腐食性あるいは酸化され易い材料である場合に特に本発明は有効である。

【0014】

望ましくは、前記樹脂絶縁膜はポリイミド樹脂膜であることを特徴とする。

【0015】

かかる構成によれば、ポリイミド樹脂膜を用いることにより、ボンディングパッド周縁の表面の絶縁とパッシベーション効果を備えた信頼性の高いパッド構造を得ることが可能となる。また形成が容易である。

【0016】

望ましくは、前記樹脂絶縁膜は、前記ボンディングパッドおよび前記中間層の端縁を覆うように形成されていることを特徴とする。

【0017】

かかる構成によれば、信頼性の高いボンディングパッド構造を得ることが可能となる。

【0018】

望ましくは、前記中間層はチタンタングステン(TiW)層を含むことを特徴とする。

【0019】

かかる構成によれば、チタンタングステン(TiW)層は特に酸化され易く界面が露呈していると劣化を招き易いという欠点があるが、本発明によれば、容易に信頼性の高いバンプ構造を得ることが可能となる。

【0020】

望ましくは、前記ボンディングパッドは、金からなることを特徴とする。

【0021】

かかる構成によれば、ボンディング性が良好で信頼性の高い半導体装置を得ることが可能となる。

【0022】

望ましくは、前記電極パッドは、アルミニウムを含む金属膜からなることを特徴とする。

【0023】

アルミニウム層は特に酸化され易く界面が露呈していると劣化を招き易いという欠点があるが、かかる構成によれば、容易に信頼性の高いパッド構造を得ることが可能となる。

【0024】

望ましくは、前記電極パッドは、銅薄膜であることを特徴とする。

【0025】

銅層は特に酸化され易く界面が露呈していると劣化を招き易いという欠点があるが、かかる構成によれば、容易に信頼性の高いパッド構造を得ることが可能となる。

【0026】

望ましくは、所望の素子領域の形成された半導体基板と、前記半導体基板表面、あるいは前記半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするように形成された第1の電極パッドと、前記第1の電極パッド表面に形成されたボンディングパッドと、前記半導体基板上に形成された第2の電極パッド表面に中間層を介して形成されたバンプとを含み、前記ボンディングパッドと前記第1の電極パッドとの界面が側壁に露呈しないように、前記ボンディングパッドの周縁を覆うとともに、前記バンプの側面に露呈する、前記バンプと前記中間層との界面を覆うように、少なくとも前記バンプの周辺部および前記ボンディングパッドの周辺部に形成された樹脂絶縁膜とを含むことを特徴とする。

【0027】

かかる構成によれば、ワイヤボンディングと、バンプを用いたダイレクトボンディングとが混在するような半導体装置においても、信頼性の高いパッド構造を提供することが可能となる。

【0028】

本発明の方法は、所望の素子領域の形成された半導体基板表面、あるいは前記半導体基板表面に形成された配線層にコンタクトするように電極パッドを形成する工程と、前記電極パッド表面に中間層を形成する工程と、前記中間層表面にボンディングパッドとなるパッド層を形成し、これらをパターニングする工程と、前記ボンディングパッドと前記中間層のパターンの端縁を覆うように、樹脂絶縁膜を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0029】

かかる構成によれば、パッド層を形成しパターニングしたのち、ポリイミド樹脂膜を形成しているため、パッド周縁を良好に覆うことが可能となる。

【0030】

望ましくは、前記樹脂絶縁膜を形成する工程は、ポリイミド樹脂膜を塗布する工程を含むことを特徴とする。

【0031】

かかる構成によれば、樹脂絶縁膜がポリイミド樹脂膜であるため、形成が容易でかつパッシベーション効果も高い表面構造を得ることが可能となる。

【0032】

望ましくは、前記中間層の形成工程は、スパッタリング法によりチタンタングステン (TiW) 層を形成する工程を含むことを特徴とする。

【0033】

チタンタングステン (TiW) 層は特に酸化され易く界面が露呈していると劣化を招き易いという欠点があるが、かかる構成によれば、容易に信頼性の高いバンプ構造を得ることが可能となる。

【0034】

望ましくは、前記パッド層を形成する工程は金層をスパッタリングにより形成する工程を含むことを特徴とする。

【0035】

かかる構成によれば、より効率よく金のボンディングパッドを形成することが可能となる。

【0036】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施形態のパッド構造をもつ半導体装置を示す説明図であり、図2乃至図9は、本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す説明図である。

この構造では、所望の素子領域の形成されたシリコン基板1表面の電極パッド2と、前記電極パッド表面に中間層4としてのチタンタングステン層を介して形成されたボンディングパッド5とを含み、前記ボンディングパッドおよび前記中間層4の周縁から、前記ボンディングパッド端縁に這い上がるよう、ポリイミド樹脂膜7からなる樹脂絶縁膜を形成してなることを特徴とする。

【0037】

次に本発明の第1の実施形態の半導体装置の製造工程について説明する。

まず、図1に示すように、半導体基板1上にフィールド酸化膜（図示せず）を形成したものを用意し、フィールド酸化膜や半導体基板の上に、ポリシリコングートを備えたMOSFETなどの素子領域を形成する。

【0038】

つぎに、この表面を覆うように、層間絶縁膜（図示せず）を形成する。層間絶縁膜は、たとえばPSG（リンをドーピングしたシリコン酸化膜）やBPSG（ボロンおよびリンをドーピングしたシリコン酸化膜）により構成される。つぎに、層間絶縁膜の上に膜厚500～1000nmのアルミ配線を形成する。このようにして半導体基板1上にアルミ配線まで形成した後、これをパターニングし電極パッド2を形成する。

そしてスパッタリング法により窒化シリコン膜3を形成し、前記電極パッド2に開口するように窓を形成する。

【0039】

つぎに、図2に示すように、この上にスパッタリング法により膜厚200nm

のTiW層4を形成した後、膜厚800nmの金層5を形成する。

【0040】

そして、図3に示すように、レジストを塗布しフォトリソグラフィによりレジストパターンR1を形成する。

【0041】

そして、図4に示すように、レジストパターンR1をマスクとして金層5のエッチングを行い、さらにこの金層5をマスクとして、TiW層4をエッチングする。

【0042】

この後、図5に示すように、レジストパターンR1を剥離する。

【0043】

そして、図6に示すように、感光性のポリイミド樹脂7を塗布する。

【0044】

この後、図7に示すように、スクライブライン（図示せず）形成と同時にボンディングパッドに相当する領域のポリイミド樹脂7も除去するように形成したパターンを用いて露光を行う。

【0045】

この後、図8に示すように、300°C 30分の熱処理によりポリイミド樹脂をポストペークし、膜質の向上をはかる。

【0046】

そして最後に、図9に示すように、O₂プラズマ処理工程が実施され、表面に残存するポリマーやパーティクル（ごみ）Sの除去がなされる。

【0047】

このようにして、図1に示したようなパッド構造を持つ半導体装置が形成される。

【0048】

かかる構成によれば、ポリイミド樹脂膜7がボンディングパッドの周縁の中間層およびボンディングパッドとの界面を覆うように形成されているため、下地の電極パッド2や中間層4が露呈することなく、良好にポリイミド樹脂膜で被覆保

護されており長寿命で信頼性の高いパッド構造を得ることが可能となる。

また、ボンディングパッドを形成した後、ポリイミド樹脂膜7を形成しているため、効率よく良好に界面を被覆することが可能である。

【0049】

なお、前記第1の実施形態においては、金のボンディングパッドを形成する場合について説明したが、中間層としてはTi/TiNなど他の層を用いてもよく、またさらにチタン層やパラジウム層などの密着層を介在させたりすることも可能である。

【0050】

さらにまたパッド電極についてもアルミニウムに限定されることなく、アルミニウムシリコン(Al-Si)、アルミニウムシリコン-銅(Al-Si-Cu)、銅(Cu)等の場合にも適用可能である。

【0051】

次に本発明の第2の実施形態について説明する。

前記実施形態では、スパッタリング法によってボンディングパッドを形成するパッド構造について説明したが、さらに膜厚を大きくする必要がある場合にはスパッタリング法によって形成した金層上にめっき層を形成し、より膜厚の厚いボンディングパッドを形成することも可能である。図10乃至図19は本発明の第2の実施形態の半導体装置の製造工程を示す図である。

【0052】

この方法では、電極パッド2上にスパッタリング法により膜厚200nmのTiW層4を形成した後、膜厚200nmの金層を形成するがこの工程までは前記第1の実施形態で説明した図2の工程までと同様である。

【0053】

そして、図11に示すように、レジストを塗布しフォトリソグラフィにより金めっき工程におけるマスクを構成するレジストパターンR3を形成する。

【0054】

そして、図12に示すように、膜厚2~5ミクロン程度となるように金めっき層5tを形成し、ボンディングパッドとなる領域の金の膜厚を大きくする。

【0055】

さらに、図13に示すように、レジストパターンR3を剥離する。

この後図14に示すように、表面の金層を軽くエッチングし、めっき層から露呈するスパッタリングで形成した金層5を除去し、TiW層を露呈せしめる。

【0056】

そして後図15に示すように、この金層5tをマスクとして、TiW層4をエッチングする。

【0057】

そして、図16に示すように、感光性のポリイミド樹脂7を塗布する。

【0058】

この後、図17に示すように、スクライブライン（図示せず）形成と同時にボンディングパッドに相当する領域のポリイミド樹脂7も除去するように形成したパターンを用いて露光を行う。

【0059】

この後、図18に示すように、300°C 30分の熱処理によりポリイミド樹脂をポストベークし、膜質の向上をはかる。

【0060】

そして最後に、図19に示すように、表面に残存するポリマーやパーティクル（ごみ）Sを除去するために、O₂プラズマ処理工程が実施される。

【0061】

このようにして、厚いボンディングパッドを有する半導体装置が形成される。

【0062】

かかる構成によれば、ボンディングパッドが厚く形成されているため、さらなるボンディング性の向上を図ることが可能となる。このようにしてより長寿命で信頼性の高いパッド構造を得ることが可能となる。

【0063】

次に本発明の第3の実施形態について説明する。

前記第1および第2の実施形態では、ワイヤボンディング法により実装される半導体装置について説明したが、図20に示すように、バンプ6を形成し、ダイ

レクトボンディング法による接続領域も混在するような構造とすることも可能である。ここではバンプ6に半導体チップ20がフェースダウンで直接接続されており、両半導体チップ間領域はポリイミド樹脂21を充填せしめられている。

【0064】

製造に際しては前記第2の実施形態と同様の方法が用いられるが、図12に示したように金層5tをめっき形成した後、ワイヤボンディング領域はレジスト被覆し、バンプを形成すべき領域にのみ再度めっきを施し厚い金めっき層からなるバンプ6を形成する。

【0065】

あとは、前記第2の実施形態と同様に形成する。ここで5はボンディングパッドであり、他端をリードフレームなどの実装部材に接続されたボンディングワイヤWが接続されている。

このようにして極めて容易に信頼性の高い半導体装置を提供することが可能となる。

【0066】

なお、上述の実施形態においては、下地層として、フィールド酸化膜およびこの上に形成されたアルミ配線とにより構成される下地配線層を例に説明したが、下地層はこれに限定されるものではない。この発明における下地層とは、凹凸状表面を有する層全般を意味するものである。

【0067】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、樹脂絶縁膜が、前記ボンディングパッドの周縁を覆うように、形成されているため、下地の電極パッドや中間層が露呈することなく、樹脂絶縁膜で被覆されており、半導体装置の長寿命化および信頼性の向上を図ることが可能となる。

【0068】

また、本発明の方法によれば、パッド層を形成しパターニングしたのち、ポリイミド樹脂膜を形成しているため、パッド周縁を良好に覆うことが可能となり、半導体装置の長寿命化および信頼性の向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態による半導体装置を示す図である。

【図2】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図3】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図4】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図5】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図6】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図7】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図8】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図9】

本発明の第1の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図10】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図11】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図12】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図13】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図14】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図15】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図16】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図17】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図18】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図19】

本発明の第2の実施形態による半導体装置の製造工程を示す図である。

【図20】

本発明の第3の実施形態による半導体装置を示す図である。

【図21】

従来例の半導体装置を示す図である。

【図22】

従来例の半導体装置の製造工程を示す図である。

【図23】

従来例の半導体装置の製造工程を示す図である。

【図24】

従来例の半導体装置の製造工程を示す図である。

【図25】

従来例の半導体装置の製造工程を示す図である。

【図26】

従来例の半導体装置の製造工程を示す図である。

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 電極パッド
- 3 窒化シリコン膜
- 4 中間層

特2001-224769

- 5 パッド層
- 6 バンブ
- 7 ポリイミド樹脂膜